91-04219/

Rapports techniques de l'IFNP

Institut forestier national de Petawawa, Chalk River (Ontario) K0J 1J0, Canada

9

# Une installation de récupération d'énergie de 800 kW alimentée au bois

*J. Monty*
*Gestionnaire, Forêt expérimentale de Petawawa*

## Introduction

Une chaufferie à basse pression, alimentée au bois et d'une puissance de 800 kW/h a été installée à l'administration centrale de l'Institut forestier national de Petawawa (IFNP) en décembre 1989 (voir figure 1) par la société Sylva Energy Systems, de Thunder Bay (Ontario), pour un coût approximatif de 400 000 $. La chaufferie fournit de la chaleur à environ 3700 $m^2$ d'espace de bureaux et consomme annuellement 800 tonnes de résidus de bois provenant de la Forêt expérimentale de Petawawa (FEP). La figure 2 illustre schématiquement le processus de production de chaleur. Le bois est brûlé sous forme de copeaux produits à l'aide d'une déchiqueteuse à couteaux. Le combustible est principalement constitué du bois d'éclaircie, des rémanents et des matériaux non commercialisables provenant de la FEP, d'une superficie de 100 $km^2$.

La décision d'installer une chaufferie alimentée au bois a été fondée sur les économies d'énergie anticipées et sur les avantages pour l'aménagement de la forêt. Les événements récents à l'échelle mondiale ont fait ressortir l'instabilité du prix du pétrole. Les coûts des traitements post-récolte et des soins sylvicoles du peuplement peuvent être réduits si les rémanents et le bois non commercialisable peuvent être utilisés économiquement. L'énergie du bois a une valeur marchande, mais celle-ci est dépendante du coût de la production d'énergie.

## Discussion

### A. Manutention du combustible

La chaufferie fournit une puissance de plus de 800 kw/h à un rendement de 76 %; elle consomme 380 kg/h de combustible à une teneur en eau de 50 %. Le combustible est stocké dans une trémie souterraine de 80 $m^3$ pouvant contenir une réserve de combustible pour quatre jours. Cette trémie à combustible est faite de béton armé de telle façon que la trémie puisse résister aux surcharges de l'intérieur et de l'extérieur. Des éléments d'acier spéciaux sont noyés dans la dalle de plancher pour l'ancrage et le guidage des râteaux d'alimentation de combustible. Ces râteaux sont actionnés hydrauliquement et se déplacent de façon alternative à très faible vitesse. Ils parcourent environ 50 cm et poussent toujours les copeaux vers l'avant. Pour éviter une suralimentation du convoyeur de collecte du combustible, des éléments sensibles stoppent le mouvement des râteaux. Lorsque le trop-plein est résorbé, les râteaux reprennent leur fonction normale.

Les copeaux fournis par la vis sans fin de collecte du combustible sont transportés par un élévateur à godets vertical jusqu'à la tarière d'injection de combustible dans le foyer. L'alimentation en combustible à la cellule primaire est réglée par la demande imposée à l'échangeur de chaleur. Ce processus est entièrement modulé par un microprocesseur. Tous les éléments du train d'alimentation du combustible sont équipés d'une protection thermique et mécanique contre les surcharges. Des circuits avertisseurs sont activés lorsqu'un problème survient en raison de la présence de corps étrangers dans l'alimentation ou en cas de panne mécanique. On a déjà vu des morceaux de cornières, de tiges ou de profilés, différents objets en acier et même des mœllons transportés par des tarières.

### B. Combustion

La combustion des copeaux se fait dans deux chambres et en trois phases distinctes : évaporation, distillation et combustion des carbones fixes. La chambre d'inflammation ou chambre primaire est l'endroit où se produit la première phase de la combustion. La chaudière a un système d'incinération à grille mobile. Le combustible

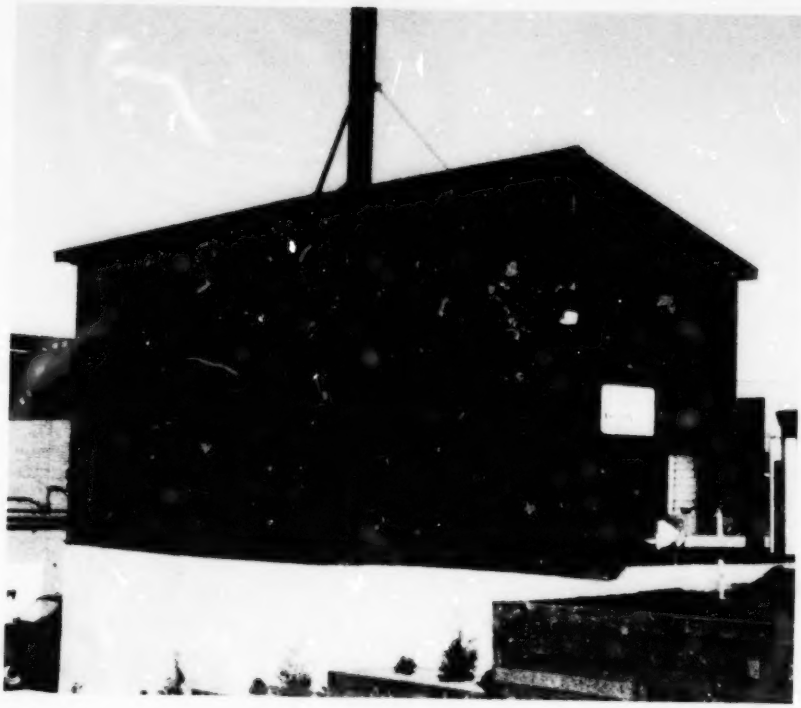

**Figure 1.** Vue de l'installation de récupération d'énergie alimentée au bois à l'IFNP. (Photo: S. Handke)

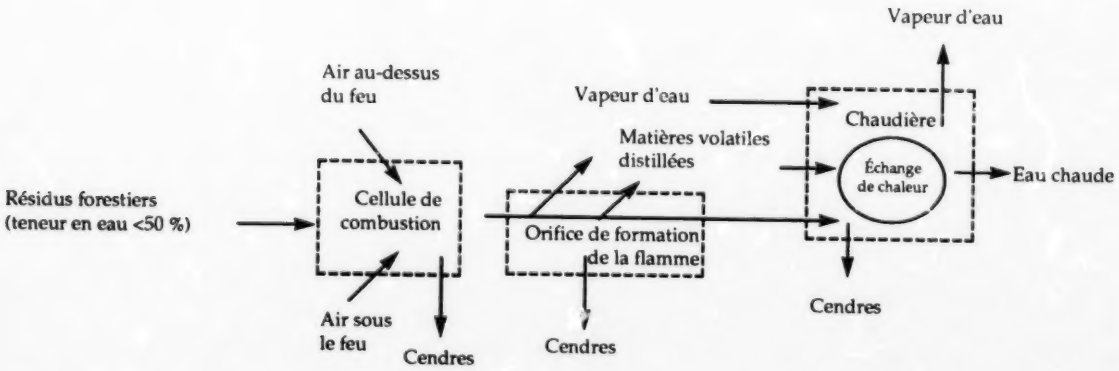


**Figure 2.** Organigramme de la production d'énergie.

parvenant à l'extrémité de la tarière d'injection est injecté dans la chambre sur la face supérieure de la grille à un débit proportionnel à la demande des consommateurs de chaleur.

L'air de combustion pénètre dans la cellule d'inflammation par les sections d'un plénum. L'air est chauffé lors de son passage derrière les parois d'argile réfractaire et des jets à haute vitesse de cet air chauffé pénètrent dans la cellule, produisant de fortes turbulences. On fait évaporer toute l'eau du bois et on distille les matières volatiles. Le volume d'air admis peut être réglé pour contrôler l'intensité du feu. De l'air secondaire est injecté dans les gaz chauds lorsqu'ils passent dans la chambre de mélange afin de bien mélanger les matières volatiles distillées. L'air d'alimentation sous le feu, qui représente généralement 40 % du volume d'air global, n'est pas réchauffé avant de pénétrer dans la chambre de combustion.Les cendres produites dans la cellule primaire sont évacuées automatiquement par un système de grille mobile jusque dans les tarières à cendres situées au-dessous. Ces tarières déversent leur contenu dans des tarières de transport qui, à leur tour, acheminent les cendres jusqu'à des contenants situés dans la chaufferie.

Les produits de combustion quittent la chambre d'inflammation et pénètrent dans la chambre de combustion finale. Le temps de rétention à cet endroit se situe entre 0.5 et 0.8 seconde, selon les caractéristiques du combustible. Les températures de feu maximales sont atteintes dans les zones de mélange et de combustion, et toutes les matières volatiles sont consumées lors de ces phases secondaires de la combustion. Pendant le parcours, les gaz sont détournés latéralement et verticalement afin de réaliser un mélange complet. Pour la combustion de bois à haute teneur en eau, il faut utiliser des matériaux d'argile réfractaires pour stabiliser la combustion. Toutes les surfaces chaudes de la cellule, l'orifice de formation de la flamme, les chambres de mélange ainsi que le volume de combustion de l'échangeur de chaleur sont tous ainsi chemisés. Seules les surfaces de transfert thermique sont métalliques. L'isolation, les matériaux réfractaires spéciaux, les supports de parois et le débit d'air doivent tous être considérés lors de la conception de la cellule.

C. Évacuation des cendres

L'évacuation des cendres de la chambre de combustion se fait automatiquement. Une accumulation de cendres sur la surface de combustion réduit considérablement le rendement de la cellule car l'air doit remonter à travers les grilles du foyer. Des trappes ou des grilles de décrassage permettent d'évacuer les cendres de la cellule. Des tarières à cendres évacuent les cendres recueillies hors de la cellule de combustion jusqu'à des contenants dans la chaufferie. D'autres éléments du système situés en aval de la chaudière sur le trajet des gaz doivent être inspectés régulièrement; les trappes d'accès pour inspection et évacuation des cendres facilitent cette tâche. Certains éléments sont nettoyés automatiquement, alors que d'autres doivent l'être manuellement. La chaudière doit être inspectée et nettoyée régulièrement; le programme de nettoyage devra être fondé sur l'expérience en service.

Le capteur de cendres volantes filtre les particules de cendre contenues dans les gaz de combustion et les retourne aux tarières à cendres par l'intermédiaire d'un clapet rotatif. Cette opération se fait automatiquement; l'intervalle et la durée du cycle de fonctionnement sont déterminés en fonction de la puissance installée et du type de combustible utilisé dans la chaudière. Des dispositifs d'interverrouillage sur les trappes à cendres et sur les mécanismes d'entraînement des tarières à cendres mettent automatiquement l'installation en mode de tirage naturel. Des dispositifs d'étanchéité à l'air obturent les canaux de cendres afin de maintenir les conditions de tirage pendant le fonctionnement. L'incinération demande habituellement de cinq à dix minutes et, dans des conditions normales, il faut deux semaines pour remplir de cendres un baril de 45 gallons.

D. Traitement des gaz de combustion

Un ventilateur à tirage induit extrait les produits de combustion de la chaudière. Ce faisant, il produit une dépression suffisante pour créer une légère aspiration dans le foyer. Pour cette raison, l'évacuation des gaz de ce système est dit «à tirage équilibré». Le ventilateur a une puissance suffisante pour compenser toute infiltration produite par la dépression dans le matériel en aval du foyer.

Le ventilateur à tirage induit est situé en aval des séparateurs de particules; il fonctionne donc dans un environnement relativement propre. Dans les installations brûlant du bois, on utilise un ventilateur dont les pales sont inclinées vers l'arrière, ce qui réduit au minimum l'accumulation de poussière et, du même coup, les temps d'interruption pour nettoyage. Ce type de ventilateur est peu bruyant.

Différentes sections de conduit de raccordement sont souvent nécessaires pour constituer un trajet pour les gaz de combustion. Ce trajet peut inclure des économiseurs, des réchauffeurs d'air ou des nettoyeurs de gaz de combustion. La dernière phase de l'évacuation des

produits de combustion se fait par une colonne de ventilation secondaire calorifugée.

E. Échangeur de chaleur

L'échangeur de chaleur transforme la chaleur de combustion en énergie utilisable. L'échange de chaleur peut être air-air, air-eau ou air-caloporteur. Dans tous les cas, le terme «air» désigne les produits de combustion du foyer. Le rayonnement direct du foyer peut être considéré comme un aspect de la combustion et constitue la principale partie du transfert de chaleur.

Les échangeurs air-eau ou air-vapeur sont couramment appelés «chaudières». Les installations brûlant du mazout, du gaz ou des combustibles solides sont généralement équipées de chaudières à tubes de fumée (ignitubulaires) ou à tubes d'eau (aquatubulaires). La plupart des installations produisant de l'eau chaude ou de la vapeur à basse pression équipées par Sylva Systems ont des chaudières ignitubulaires. Ce choix est motivé par le coût inférieur des appareils et par la charge de chauffage inférieure requise. Les chaudières aquatubulaires conviennent mieux aux charges de chauffage élevées. Les chaudières, qu'elles soient aquatubulaires ou ignitubulaires, incorporent un «foyer». L'utilisation du foyer comme chambre de combustion secondaire permet de consumer entièrement les combustibles. Les parois du foyer absorbent le rayonnement direct; les gaz noirs, à mesure qu'ils traversent la section convection de la chaudière, transmettent leur chaleur à la surface des tubes de cette dernière.

Une trémie chemisée d'argile, construite à l'intérieur du volume de combustion et équipée d'une tarière, évacue automatiquement les cendres de cette zone.

F. Systèmes de régulation

La chaufferie est équipée d'un microprocesseur qui surveille et règle automatiquement 21 paramètres de fonctionnement. Des actionneurs déclenchent le fonctionnement du système et la logique du système s'assure que les opérations s'effectuent dans l'ordre approprié. Une commande manuelle prioritaire est toutefois prévue.

## Conclusions

La rentabilité de l'utilisation du bois comme combustible dépend surtout du coût du pétrole, une variable qui fluctue fortement au gré des événements politiques imprévisibles. Cette imprévisibilité, l'abondance du bois combustible disponible provenant de l'entretien de la forêt et le fait que cette technologie est sans danger pour l'environnement en font une solution de remplacement rentable aux combustibles fossiles.

Pour plus d'information, veuillez écrire au Gestionnaire, FEP, Institut forestier national de Petawawa, B.P. 2000, Chalk River (Ontario), K0J 1J0.

AVIS: La mention de certains produits ou des marques commerciales ne signifie pas que Forêts Canada ou ses employés les recommandent.

This report is available in English

1991

ISSN 1180-5757
ISBN 0-662-96809-3
Catalogue No. Fo29-26/9F

Think recycling
Imprimé sur du papier recyclé
Printed on recycled paper
Pensez à recycler